

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-255804

(43) 公開日 平成4年(1992)9月10日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 6/12		H 7036-2K		
H 0 4 B 9/00		T 8426-5K		
H 0 4 Q 3/52		B 9076-5K		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平3-18109

(22) 出願日 平成3年(1991)2月8日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72) 発明者 笹倉 久仁彦

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 稲垣 秀一郎

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

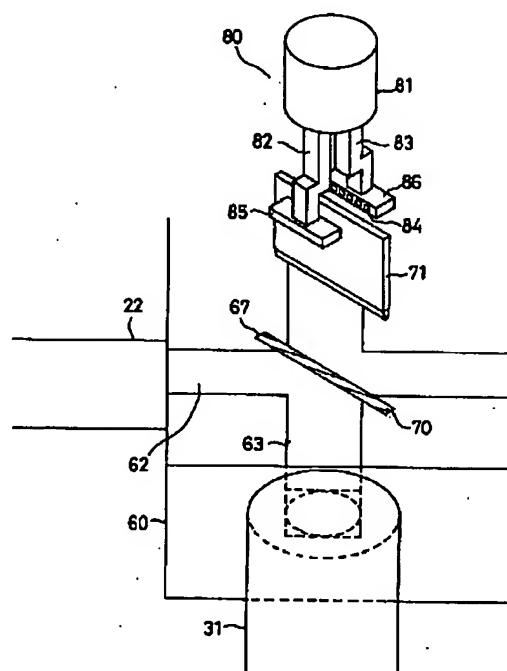
(74) 代理人 弁理士 吉田 精孝

(54) 【発明の名称】 マトリクス光導波路スイッチ

(57) 【要約】

【目的】 低損失な光路を長期に亘って安定して設定でき、しかも小形で且つ経済的なマトリクス光導波路スイッチを提供する。

【構成】 光マトリクスボード60の差点溝65~68内を光導波路のコアの屈折率と近似した屈折率を有する屈折率整合液70で満たすとともに、任意の差点溝65~68にミラー71を装着し又は取出すことにより、互いにマトリクス状に交差する如く配置された光導波路61~64間の光路切替を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数並設された光導波路を互いにマトリクス状に交差する如く配置し、各交差部に光導波路をその成形面に対して垂直に切断する溝を設けてなる光マトリクスボードを備えたマトリクス光導波路スイッチにおいて、前記各溝内を光導波路のコアの屈折率と近似した屈折率を有する液体で満たすとともに、前記溝より寸法が小さいミラーと、該ミラーを任意の溝内に装着し又は任意の溝内より取出す手段とを備えたことを特徴とするマトリクス光導波路スイッチ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光通信システム等に用いられるマトリクス光導波路スイッチに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図2は従来のこの種のマトリクス光導波路スイッチの一例を示すもので、ここでは「光路切替装置」（特願昭62-204845号）に開示されたものを示す。図中、10は光マトリクスボードであり、複数、ここでは2つの入力光信号用光導波路11、12と、複数、同じく2つの出力光信号用光導波路13、14とが互いにマトリクス状に交差する如く配置され、また、各交差部には光導波路をその成形面に対して垂直に切断する溝（以下、差点溝と称す。）15、16、17、18が設けられている。前記入力光信号用光導波路11、12にはそれぞれ入力光ファイバ群20の光ファイバ21、22が接続され、また、出力光信号用光導波路13、14にはそれぞれ出力光ファイバ群30の光ファイバ31、32が接続されている。また、前記差点溝15～18には図示しない液注入・排出機構を介して、光導波路のコアの屈折率と近似した屈折率を有する液（以下、屈折率整合液と称す。）40が注入又は排出される。

【0003】 前記構成において、入力光ファイバ群20と出力光ファイバ群30との間の光路は光マトリクスボード10の差点溝15～18のうちの屈折率整合液40が注入された差点溝と、排出された、いいかえれば周囲の雰囲気、例えば空気で満たされた差点溝との組合せによって決定される。即ち、図2(a)に示すように差点溝15、18に屈折率整合液40を注入し、また、差点溝16を空気層41とすると、入力光ファイバ群20の光ファイバ21から入射された光信号42は差点溝15を透過し、差点溝16の側壁面で反射され、さらに差点溝18を透過して出力光ファイバ群30の光ファイバ32に導かれる。同様に、図2(b)に示すように差点溝15を空気層41とし、差点溝17に屈折率整合液40を注入すると、前記光信号42は差点溝15の側壁面で反射され、差点溝17を透過して出力光ファイバ群30の光ファイバ31に導かれる。

【0004】 このように本マトリクス光導波路スイッチによれば、光マトリクスボード10の任意の差点溝15～18に対して屈折率整合液40を注入又は排出することにより、一の光ファイバからの光信号を任意の光ファイバに出力する、いわゆる完全群の光路切替を達成できる。

【0005】 ところで、前記マトリクス光導波路スイッチでは差点溝内を屈折率整合液で満たすことにより、該差点溝透過時のフレネル反射損をなくすることができる。しかしながら、前記差点溝は光導波路のクラッド層が欠落した構造であるため、その溝幅に比例した光のものが生じ、透過損失が生じる。従って、低損失なマトリクス光導波路スイッチを構成するためにはその溝幅が極力狭いことが望ましい。

【0006】 ここで、前記マトリクス光導波路スイッチをシングルモード光ファイバ（コア径約10μm）を用いた光通信システムへ適用することを前提として、差点溝の加工可能な寸法を考えると、溝幅10μm程度、深さ20～30μm程度となる。また、差点溝の長さLも光導波路間のピッチに制限され、100μm程度となる。これらの寸法から差点溝の容積を見積ると、現状の液注入・排出機構の性能より約3桁以上少ないp・l（ピコ・リットル）オーダーとなる。

【0007】 従って、前記差点溝の微量容積に相当する液量を計量し、且つ精度良く注入することは現状の液注入・排出機構ではほぼ不可能であるという問題があった。また、差点溝内に注入可能な屈折率整合液が微量であるため、設定した光路を長期に亘って維持するには屈折率整合液の蒸発対策や液面のセンシングが必要となるという問題があった。

【0008】 図3は従来のこの種のマトリクス光導波路スイッチの他の例を示すもので、ここでは「Bistable optical switching using bubbles」（Integrated Photonics Research, TuD8, 1990, P75）に開示されたものを示す。図中、50は光マトリクスボードであり、複数、ここでは2つの入力光信号用光導波路51、52と、複数、同じく2つの出力光信号用光導波路53、54とが互いにマトリクス状に交差する如く配置され、また、各交差部には光導波路をその成形面に対して垂直に切断する溝（以下、差点溝と称す。）55、56、57、58が設けられている。前記入力光信号用光導波路51、52にはそれぞれ入力光ファイバ群20の光ファイバ21、22が接続され、また、出力光信号用光導波路53、54にはそれぞれ出力光ファイバ群30の光ファイバ31、32が接続されている。また、前記差点溝55～58には電解質の液体43が充填され密閉されているとともに、図示しない電源装置に接続された電極（図示せず）がそれぞれ装着されている。

【0009】 前記構成において、入力光ファイバ群20と出力光ファイバ群30との間の光路は図2に示した例

と同様、差点溝内に液体があるか又は気体があるかによって決定される。即ち、当初、全ての差点溝55~58には電解質の液体43が充填されているから、入力光ファイバ群20の各光ファイバから入射された光信号は全ての差点溝を直進する。次に、一の差点溝、例えば56に装着した電極に通電して該差点溝56内の液体43を電気分解すると、該差点溝56内に気泡44が生じる。この時、入力光ファイバ群20の光ファイバ21から入射された光信号45は差点溝55を透過し、差点溝56の側壁面で光導波路と気泡との屈折率の差により反射され、さらに差点溝58を透過して出力光ファイバ群30の光ファイバ32に導かれる。なお、差点溝56内の気泡44は電気分解の逆を行うことにより、元の液体43に戻すことができる。

【0010】このように本マトリクス光導波路スイッチによれば、光マトリクスボード50の任意の差点溝55~58に装着した電極に通電し、電解質の液体43に気泡44を発生又は消滅させることにより、一の光ファイバからの光信号を任意の光ファイバに出力する、いわゆる完全群の光路切替を達成できる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記マトリクス光導波路スイッチでは差点溝が光信号を反射する状態、即ち液体43中に気泡44が存在する状態を維持するためには全ての差点溝もしくは光マトリクスボード50全体を密閉構造とする必要があるが、長期間、密閉を維持することは困難であり、また、密閉不足は気泡44の消滅を引起し、反射状態を透過状態に変えてしまうという問題があった。

【0012】また、差点溝に充填する液体43としては電解質であって且つ光導波路のコアの屈折率と近似した屈折率を備えていることが必要であるが、このような条件を満たし、しかも長期的に安定した液体を入手することは困難であるという問題があった。即ち、前記従来例においては液体43として水を挙げているが、光マトリクスボードの光導波路を石英系のシングルモード用と仮定すると、石英の屈折率は約1.46、水の屈折率は約1.3であり、大きく異なる。従って、光導波路内を伝搬する光信号には差点溝を透過する際に屈折率の不一致に起因するフレネル反射が生じ、この不要な反射光が差点溝通過時に透過損失を生じさせ、さらには漏話特性をも劣化させるという問題があった。

【0013】さらにまた、図2及び図3のマトリクス光導波路スイッチとも光信号の反射は差点溝の側壁面で行われることになるが、溝加工時に生じる側壁面の荒れによって光の散乱が生じ、反射損失を生じるという問題があった。

【0014】本発明は前記従来の問題点に鑑み、低損失な光路を長期に亘って安定して設定でき、しかも小形で且つ経済的なマトリクス光導波路スイッチを提供するこ

とを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明では前記目的を達成するため、複数並設された光導波路を互いにマトリクス状に交差する如く配置し、各交差部に光導波路をその成形面に対して垂直に切断する溝を設けてなる光マトリクスボードを備えたマトリクス光導波路スイッチにおいて、前記各溝内を光導波路のコアの屈折率と近似した屈折率を有する液体で満たすとともに、前記溝より寸法が小さいミラーと、該ミラーを任意の溝内に装着し又は任意の溝内より取出す手段とを備えたマトリクス光導波路スイッチを提案する。

【0016】

【作用】本発明によれば、光導波路に入射された光信号は屈折率整合液のみが満たされた溝を通過し、ミラーが装着された溝で該ミラーにより反射され、対応する光導波路に出力される。

【0017】

【実施例】図1は本発明のマトリクス光導波路スイッチの一実施例を示すものである。図中、60は光マトリクスボードであり、複数、ここでは2つの入力光信号用光導波路61、62と、複数、同じく2つの出力光信号用光導波路63、64とが互いにマトリクス状に交差する如く配置され、また、各交差部には光導波路をその成形面に対して垂直に切断する溝（以下、差点溝と称す。）65、66、67、68が設けられている。前記入力光信号用光導波路61、62にはそれぞれ入力光ファイバ群20の光ファイバ21、22が接続され、また、出力光信号用光導波路63、64にはそれぞれ出力光ファイバ群30の光ファイバ31、32が接続されている。また、前記差点溝65~68には光導波路のコアの屈折率と近似した屈折率を有する液（以下、屈折率整合液と称す。）70が満たされている。また、前記差点溝65~68には後述するロボット機構を介してミラー71が抜き自在に装着される。

【0018】前記構成において、入力光ファイバ群20と出力光ファイバ群30との間の光路は光マトリクスボード60の差点溝65~68のうち、ミラー71が装着された差点溝と、装着されてない、言い換えれば屈折率整合液70のみが満たされた差点溝との組合せによって決定される。即ち、図1(a)に示すように差点溝66のみにミラー71を装着すると、入力光ファイバ群20の光ファイバ21から入射された光信号72は差点溝65を透過し、差点溝66内に装着されたミラー71で反射され、さらに差点溝68を透過して出力光ファイバ群30の光ファイバ32に導かれる。同様に、図1(b)に示すように差点溝65のみにミラー71を装着すると、前記光信号72は差点溝65内に装着されたミラー71で反射され、差点溝67を透過して光ファイバ31に導かれる。なお、図1(a)において差点溝67にもミラー7

5

1を装着すれば、光ファイバ22からの光信号を光ファイバ31に導くことができ、また、図1(b)において差点溝68にもミラー71を装着すれば、光ファイバ22からの光信号を光ファイバ32に導くことができることはいうまでもない。

【0019】このように本マトリクス光導波路スイッチによれば、光マトリクスボード60の任意の差点溝65～68にミラー71を装着し又は取出すことにより、一の光ファイバからの光信号を任意の光ファイバに出力する、いわゆる完全群の光路切替を達成できる。また、本スイッチでは全ての差点溝に屈折率整合液70を満たすことになるので、光マトリクスボード60全体を屈折率整合液70内に浸しても良く、差点溝内の屈折率整合液の蒸発に基く設定光路の変化に対する信頼性を高めることもできる。また、ミラー71の拔差は屈折率整合液70中で行われるため、その潤滑効果により小さな力で拔差が可能となることも期待できる。また、光信号もミラー71で反射されるため、該ミラー71の表面精度を向上させるのみで極めて容易に反射損失を少なくすることができる。

【0020】図4は前記ミラー71を光マトリクスボード60の任意の差点溝に装着し又は取出すロボット機構の一例を示すもので、ここでは真空吸引によって前記ミラー71を把持するようになった例を示す。即ち、図中、80はロボット機構であり、本体81と、一對のハンド82、83と、空気を吸引するための吸引孔84を複数個備えた一對の把持部85、86とを有する。

【0021】ここで、ミラー71を差点溝に装着する際は、まず、ハンド82、83を閉じ、把持部85、86で真空吸引することによりミラー71を柔軟に且つ強固に把持する。その後、本体81を介して図示しない駆動機構によりロボット機構80全体を目的とする差点溝、例えば67上に移動させ、位置決めした後、ミラー71をロボット機構80とともに屈折率整合液70が充填された差点溝67に対して降下し、挿入する。しかる後、前記把持部85、86による吸引を停止し、ハンド82、83を離すことにより、ミラー71をそのまま差点溝67内に残す。

【0022】また、同様にミラー71を差点溝から取出す際は、ロボット機構80全体を目的とする差点溝、例えば67上に移動させ、位置決めした後、降下させ、ハンド82、83を閉じ、把持部85、86で真空吸引す

6

ることによりミラー71を把持し、しかる後、ロボット機構80を持ち上げることによってミラー71を該差点溝67から取出す。

【0023】なお、ミラー71を把持する他の方法としてはミラー71に金属を取付け、該金属をロボットの先端に取付けた電磁石の磁力で吸着する方法等がある。

【0024】また、前記ミラー71としては無色透明のガラス薄片に誘電体や金属膜を蒸着して反射ミラー面を形成したものや、無色透明の高分子材料をスピンコートし、その上に誘電体や金属膜を蒸着して反射ミラー面を形成し、これを所定の大きさに切断したもの等が考えられる。また、反射ミラー面の保護という観点から、該反射ミラー面を前述したガラス薄片や高分子材料でサンドイッチして積層構造となしても良い。

【0025】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、光マトリクスボードの任意の溝にミラーを装着し又は取出すことにより、一の光ファイバからの光信号を任意の光ファイバに出力する、いわゆる完全群の光路切替を達成できることはもとより、光信号の反射はミラーで行われるため、その反射損失を少なくすることができ、また、屈折率整合液を溝内より除去する必要があるため、屈折率整合液の量を従来よりはるかに多くでき、溝内の屈折率整合液の蒸発に基く設定光路の変化に対する信頼性を高めることができ、小形で且つ経済的なマトリクス光導波路スイッチを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のマトリクス光導波路スイッチの一実施例を示す説明図

【図2】 従来のマトリクス光導波路スイッチの一例を示す説明図

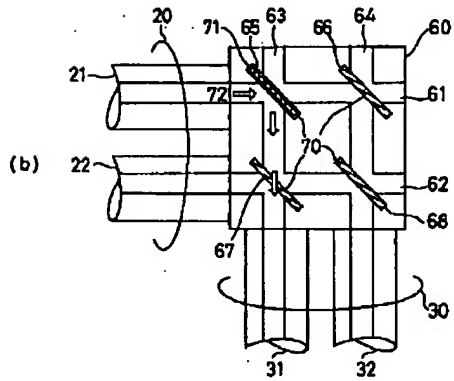
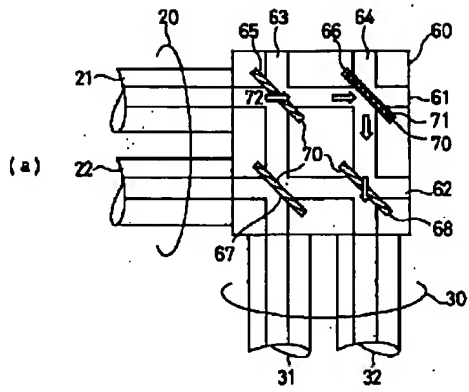
【図3】 従来のマトリクス光導波路スイッチの他の例を示す説明図

【図4】 ミラーを差点溝に装着し又は取出すロボット機構の説明図

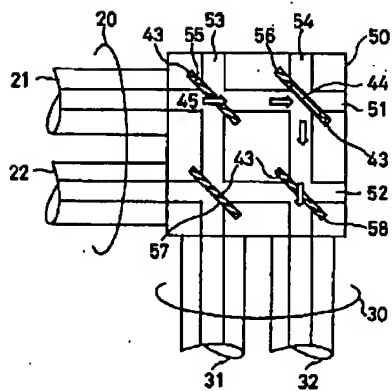
【符号の説明】

60…光マトリクスボード、61、62…入力光信号用光導波路、63、64…出力光信号用光導波路、65、66、67、68…差点溝、70…屈折率整合液、71…ミラー、80…ロボット機構、81…本体、82、83…ハンド、85、86…把持部。

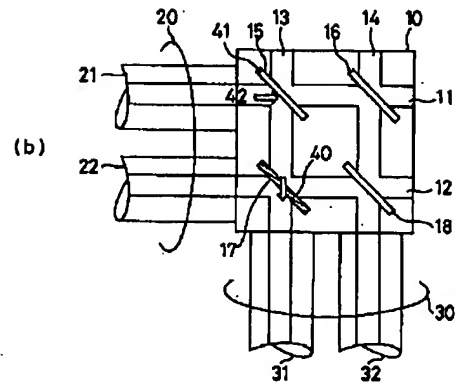
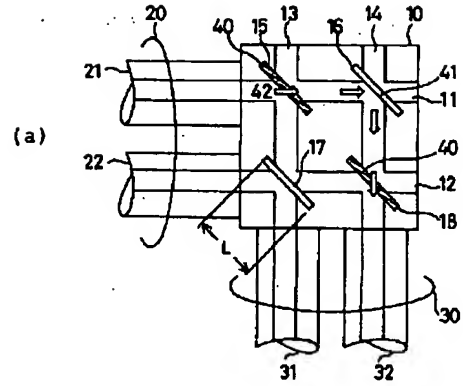
【図1】



【図3】



【図2】



【図4】

